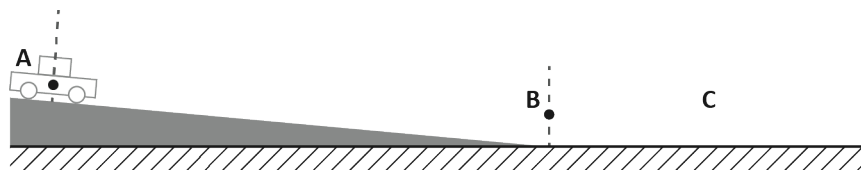
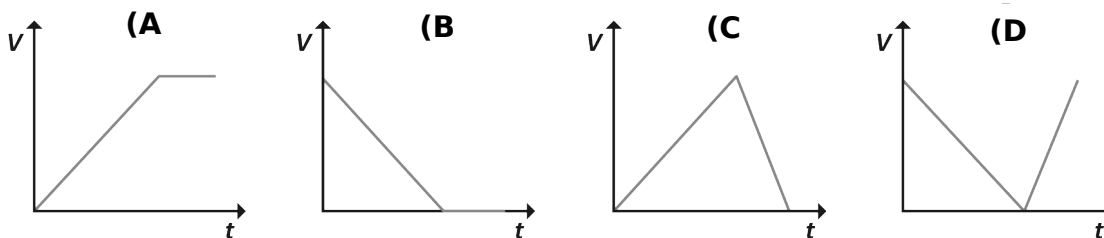
Ficha de diagnóstico

Considere g = 10 m s^{-2}

Grupo I

A figura (que não está à escala) ilustra uma experiência na qual um carrinho, de massa 143,5 g,
é abandonado na posição A de uma calha inclinada de 8,0 ^{c} em relação à horizontal.
O carrinho percorre a calha com movimento acelerado, atingindo a posição B com velocidade $1{,}4\,\mathrm{m\ s^{-1}}$, movendo-se depois, sobre uma superfície horizontal, até à posição C, onde acaba por parar.

Admita que o carrinho pode ser representado pelo seu centro de massa (modelo da partícula material).
A distância entre os pontos A e B é 120 cm e a distância entre os pontos B e C é 37 cm.
Tome como nível de referência, para a medição da energia potencial gravítica, o nível da posição B.

1. Qual é a energia potencial gravítica do sistema *carrinho* + *Terra* em A?
Apresente o resultado na unidade SI, e com 2 algarismos significativos.

2. Selecione a opção que pode representar o esboço do gráfico do módulo da velocidade do carrinho, v, em função do tempo, t.

3. O trabalho da resultante das forças que atuam sobre o carrinho entre A e B é igual …

(A) à energia cinética do carrinho em B.

(B) à variação de energia cinética do carrinho entre B e C.

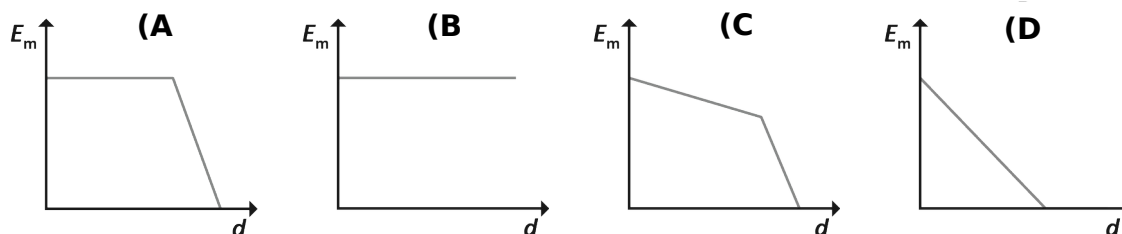
(C) à variação de energia mecânica do sistema *carrinho* + *Terra* entre A e B.

(D) à energia mecânica do sistema *carrinho* + *Terra* em B.

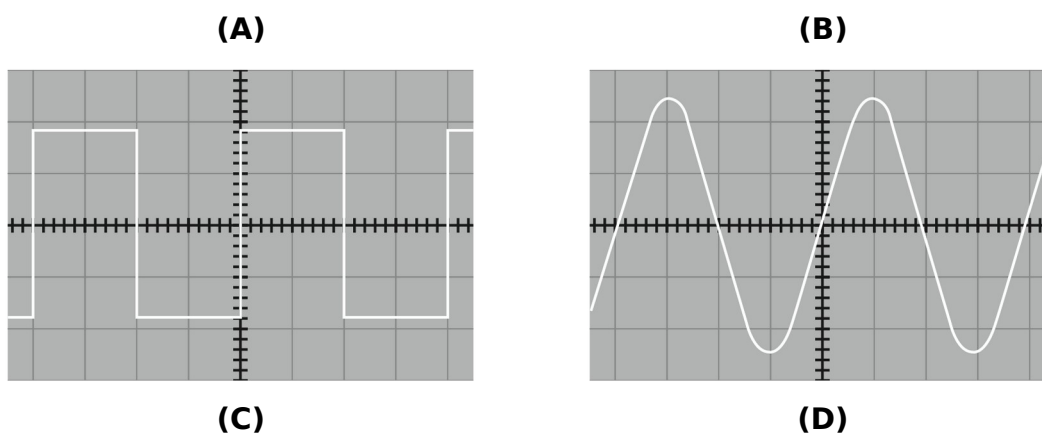
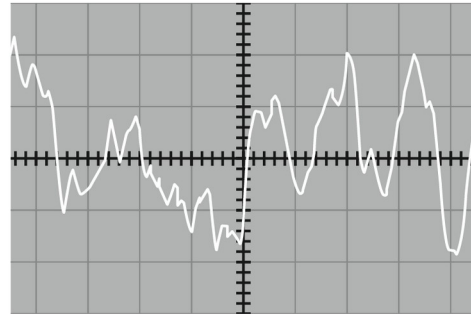
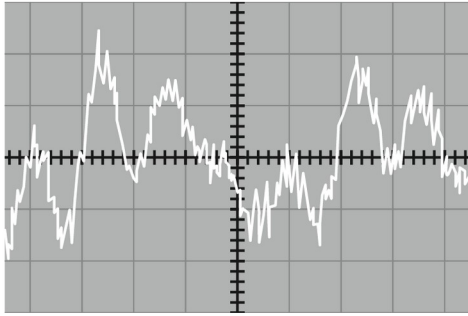
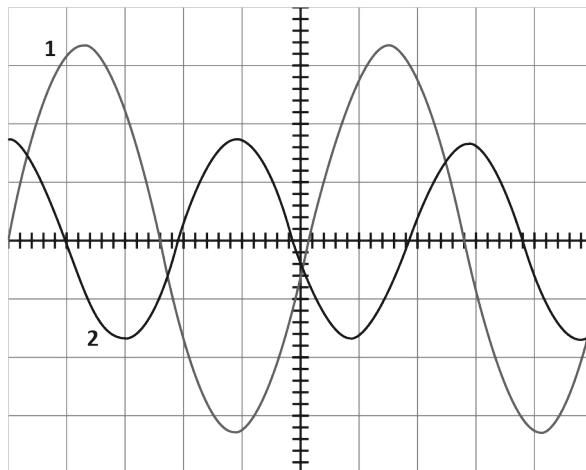
4. Mostre que entre A e B existem forças dissipativas. Apresente todas as etapas de resolução.

5. Represente num diagrama as forças que atuam no carrinho entre B e C, e faça a respetiva legenda.

6. Determine a intensidade da resultante das forças que atuam sobre o carrinho entre B e C.
Admita que todas as forças aplicadas sobre o carrinho entre B e C são constantes.
Apresente todas as etapas de resolução.

7. Selecione a opção que pode representar o esboço do gráfico da energia mecânica do sistema *carrinho* + *Terra*, E_m, em função da distância percorrida, d, medida a partir da posição A.

8. Se entre as posições B e C fossem desprezáveis as forças de atrito, que tipo de movimento teria o carrinho? Fundamente a sua resposta.

Grupo II

1. Um diapasão é um instrumento que vibra com uma frequência característica e que é, por isso, usado para afinar instrumentos musicais. Um microfone transformou o som emitido por um diapasão num sinal elétrico. O sinal elétrico correspondente ao som produzido foi depois observado num ecrã.
Selecione a opção em que se apresenta corretamente a imagem obtida no ecrã.

2. Na figura seguinte representam-se dois sinais, obtidos no ecrã de um osciloscópio, correspondentes a dois sons diferentes captados por dois microfones colocados à mesma distância de duas fontes sonoras diferentes. As escalas vertical e horizontal são as mesmas para os dois sinais.

2.1 O som correspondente ao sinal 1 é

(A) mais agudo e mais intenso.

(B) mais grave e mais intenso.

(C) mais agudo e menos intenso.

(D) mais grave e menos intenso.

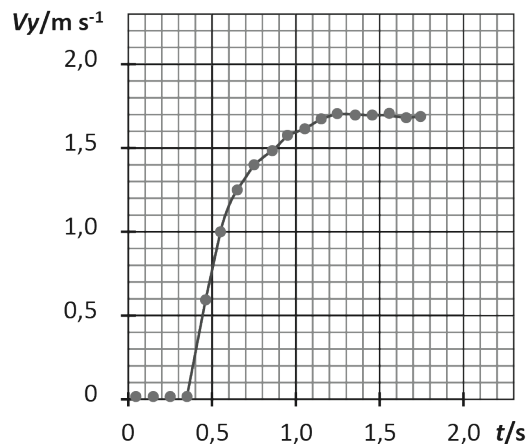
2.2 Os sinais da figura acima mostram uma diferença de potencial elétrico (no eixo vertical) em função do tempo (no eixo horizontal).
O comutador do osciloscópio foi regulado para que o intervalo de tempo de cada divisão horizontal fosse de um milissegundo.
Determine a frequência do sinal 2. Apresente todas as etapas de resolução.

3. Os navios utilizam o sonar para localizar objetos submersos: o sonar emite um pulso de ultrassons que é refletido por um objeto. Com base no intervalo de tempo que decorre entre a emissão da onda sonora e a sua posterior deteção, em resultado da sua propagação até ao objeto e do objeto até ao detetor (após ser refletido) é possível determinar a distância a que o objeto se encontra.
Um sonar emitiu ultrassons que foram refletidos por um cardume. Os ultrassons refletidos foram detetados 1,3 s após terem sido emitidos.
Determine a que distância do sonar se encontra o cardume.
Admita que o som se propagou retilineamente e que a velocidade do som na água do mar é $1,5 \times 10^3 \text{ m s}^{-1}$.

Ficha 2 – Interações e seus efeitos

Considere g = 10 m s^{-2}

Grupo I

Num balão introduziram-se alguns feijões e depois encheu-se com ar e fechou-se. De seguida colocou-se o balão sob um sensor de movimento ligado a um sistema de aquisição de dados adequado. Posteriormente largou-se o balão, de modo que caísse verticalmente segundo uma trajetória retilínea, coincidente com o eixo $\mathrm{O}y$ de um referencial unidimensional. A figura, à direita, representa o gráfico da componente escalar, segundo o eixo $\mathrm{O}y$, da velocidade, v_y, do balão em função do tempo, t, no intervalo de tempo em que os dados foram registados.

1. A componente escalar da aceleração média do balão no intervalo de tempo de $0{,}5\,\mathrm{s}$ a $1{,}0\,\mathrm{s}$ é...

(A) $\dfrac{1{,}60-0{,}85}{1{,}0-0{,}5}\,\mathrm{m\ s^{-2}}$.

(B) $\left(\dfrac{1{,}60}{1{,}0}-\dfrac{0{,}85}{0{,}5}\right)\mathrm{m\ s^{-2}}$.

(C) $\dfrac{0{,}85-1{,}60}{1{,}0-0{,}5}\,\mathrm{m\ s^{-2}}$.

(D) $\left(\dfrac{0{,}85}{0{,}5}-\dfrac{1{,}60}{1{,}0}\right)\mathrm{m\ s^{-2}}$.

2. De $0{,}50\,\mathrm{s}$ a $1{,}25\,\mathrm{s}$, o movimento do balão é____________________ e de $1{,}25\,\mathrm{s}$ a $1{,}70\,\mathrm{s}$ é ______________________________ .

(A) uniformemente acelerado… uniforme.

(B) acelerado não uniformemente… uniforme.

(C) uniformemente retardado… uniforme.

(D) uniforme… retardado não uniformemente.

3. O declive da tangente ao gráfico velocidade-tempo no instante $0{,}40\,\mathrm{s}$ é $4{,}6\,\mathrm{m\ s^{-2}}$.
Mostre que o balão não se encontra em queda livre.
Apresente todas as etapas de resolução.

4. No intervalo de tempo de $0{,}5\,\mathrm{s}$ a $1{,}0\,\mathrm{s}$...

(A) a força de resistência do ar que atua sobre o balão aumenta.

(B) a resultante das forças que atuam sobre o balão aumenta.

(C) a energia cinética do balão diminui.

(D) a energia mecânica do sistema *balão* + *Terra* diminui.

5. Justifique a seguinte afirmação:
«No intervalo de tempo de $1{,}3\,\mathrm{s}$ a $1{,}7\,\mathrm{s}$, o peso do balão e a força de resistência do ar que nele atua têm a mesma intensidade.»

Grupo II

Durante as últimas centenas de anos, os físicos têm acumulado indicações de que todas as interações entre vários objetos e materiais podem ser reduzidas a combinações de somente quatro forças fundamentais. Uma destas forças é a força gravítica. As outras são a força eletromagnética, a força fraca e a força forte.
A força gravítica é a mais familiar, sendo responsável por nos mantermos em órbita à volta do Sol e também por termos os pés firmemente plantados na Terra. A força eletromagnética é que faz mexer todas as conveniências da vida moderna – luzes, computadores, TV, telefones – e que é responsável pela enorme potência dos relâmpagos durante as trovoadas e pelo toque suave de uma mão humana. As forças forte e fraca são menos familiares porque a sua intensidade diminui muito rapidamente assim que deixamos a escala das distâncias subatómicas; elas são as forças nucleares.
É por esta razão que estas forças só foram descobertas muito mais recentemente.

Brian Greene, *O Universo Elegante*, Gradiva, 2000 (adaptado)

1. Transcreva o excerto da frase que mostra que o alcance da força gravítica é muito maior do que o raio da Terra.

2. Selecione a opção que corresponde à ordem crescente de intensidade relativa das forças fundamentais.

(A) Gravítica, fraca, eletromagnética, forte.

(B) Fraca, forte, gravítica, eletromagnética.

(C) Fraca, gravítica, eletromagnética, forte.

(D) Gravítica, fraca, forte, eletromagnética.

3. Os satélites da constelação GPS orbitam a uma altitude de cerca de $20{,}2 \times 10^3\ \text{km}$ em trajetórias que, em boa aproximação, se podem considerar circulares.

3.1 Para um satélite numa órbita circular…

(A) a velocidade e a aceleração têm a mesma direção e o mesmo sentido.

(B) a velocidade e a aceleração têm a mesma direção e sentidos opostos.

(C) a força que a Terra exerce sobre ele é paralela à sua velocidade.

(D) a força que a Terra exerce sobre ele é perpendicular à sua velocidade.

3.2 Determine a relação entre as intensidades das forças gravíticas exercidas sobre um mesmo corpo colocado à superfície da Terra, cujo raio é $6{,}4 \times 10^6\ \text{m}$, e colocado à altitude de um satélite da constelação GPS.

Apresente todas as etapas de resolução.

Grupo III

Dois corpos X e Y de massas m_X e m_Y, respetivamente, cujos centros estão situados a uma distância d, exercem um sobre o outro uma força de atração gravítica de módulo F.

1. A distância entre estes dois corpos para que o módulo da força gravítica entre eles passa a ser igual a $2F$ é…

(A) $\frac{d}{\sqrt{2}}$ **(B)** $\frac{d}{2^2}$ **(C)** $\sqrt{2}\,d$ **(D)** $2^2\,d$

2. Se a massa de X for tripla da massa de Y, a intensidade da força de atração gravítica que X exerce sobre Y é…

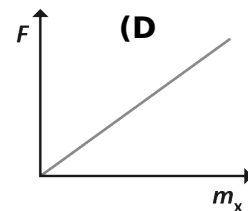
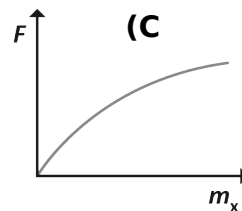
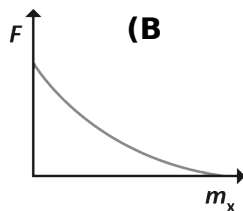
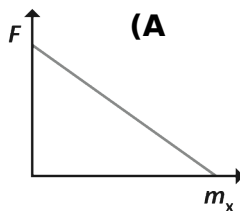
(A) tripla da intensidade da força que Y exerce sobre X, e ambas as forças têm o mesmo sentido.

(B) igual à intensidade da força que Y exerce sobre X, e ambas as forças têm o mesmo sentido.

(C) tripla da intensidade da força que Y exerce sobre X, e essas forças têm sentidos opostos.

(D) igual à intensidade da força que Y exerce sobre X, e essas forças têm sentidos opostos.

3. Qual é o gráfico que pode traduzir a intensidade da força de atração gravítica, F, entre os dois corpos em função da massa do corpo X, m_X, sendo a massa de Y e a distância entre os centros dos dois corpos constante?

F (B m_x

4. Considere que o corpo X é uma bola de futebol, com massa 450 g, e o corpo Y é a Terra, com massa $5{,}97 \times 10^{24}\,\text{kg}$.

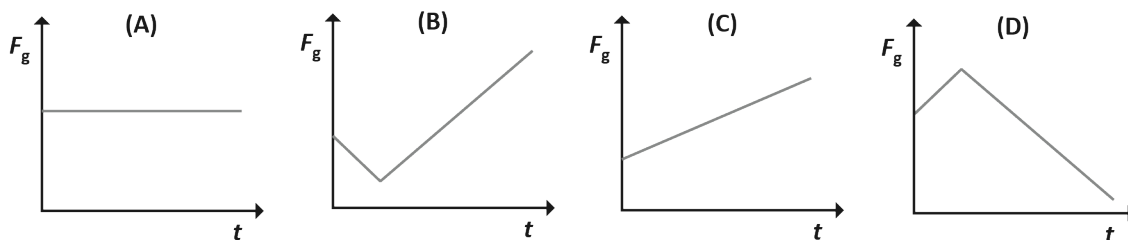
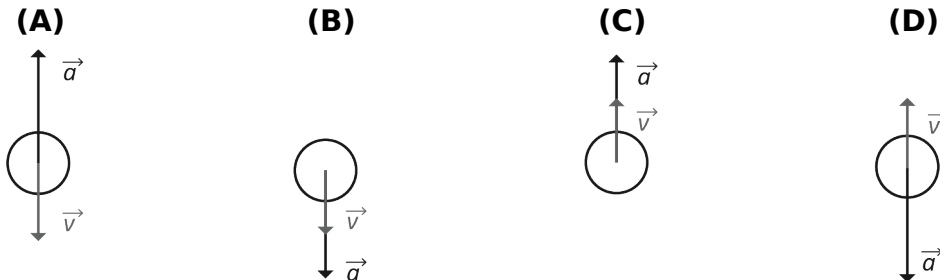
Determine quantas ordens de grandeza a aceleração da Terra é menor do que a aceleração da bola, tendo em conta apenas as forças de atração gravítica.
Apresente todas as etapas de resolução.

Ficha 3 – Forças e movimentos

Considere g = 10 m s^{-2}

Grupo I

De uma janela a 6,0 m de altura do solo, uma bola, de massa 100 g, é lançada verticalmente para cima, com velocidade de módulo $4{,}0\,\mathrm{m\ s^{-1}}$. A força de resistência do ar que atua sobre a bola é desprezável.

1. Selecione a opção que melhor representa o esboço do gráfico da intensidade da força gravítica, F_g, em função do tempo, t, desde o instante em que a bola é lançada até atingir o solo.

2. Selecione a opção que melhor representa a velocidade, $\vec{v}$, e a aceleração, $\vec{a}$, da bola num instante imediatamente após o seu lançamento.

3. Considerando como referencial o eixo dos yy, com origem no solo e apontando para cima, a equação que permite determinar a posição, da bola y, em função do tempo, t, em unidades SI, é…

(A) $y = 6{,}0 + 4{,}0\,t - 5{,}0\,t^2$.

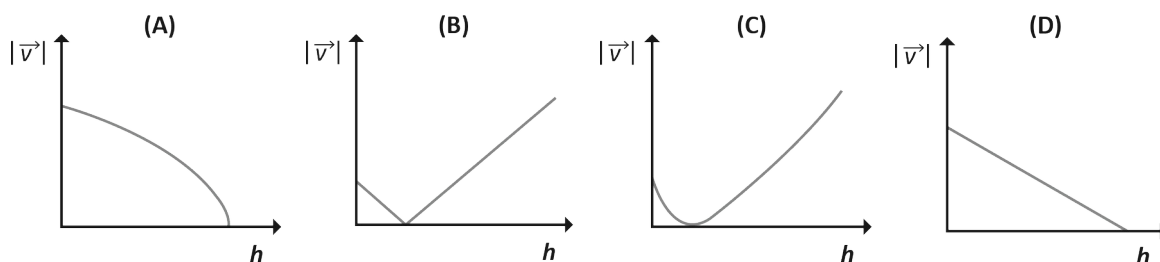
(B) $y = 6{,}0 - 4{,}0\,t + 5{,}0\,t^2$.

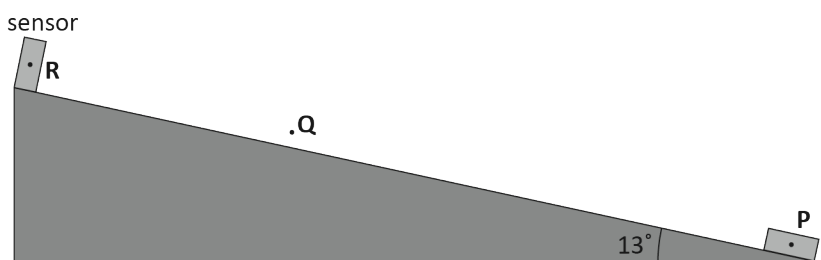
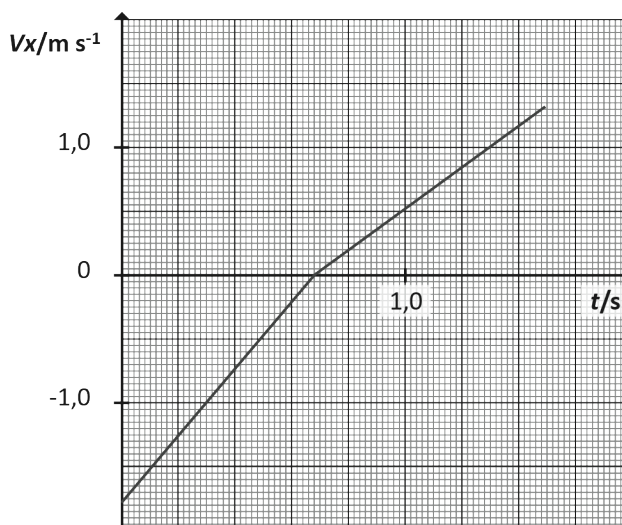
(C) $y = -6{,}0 + 4{,}0\,t - 5{,}0\,t^2$.

(D) $y = -6{,}0 - 4{,}0\,t + 5{,}0\,t^2$.

4. Determine a distância percorrida pela bola desde o instante em que foi lançada até chegar ao solo. Apresente todas as etapas de resolução.

5. Qual é o módulo da velocidade da bola quando, na descida, volta a passar na posição inicial?

6. Selecione a opção que melhor representa o esboço do gráfico do módulo da velocidade da bola, $|\vec{v}|$, em função da altura, h, medida em relação ao solo, desde o instante em que a bola é lançada até atingir o solo.

Grupo II

Lançou-se um corpo, de massa 250 g, do ponto P. O corpo sobe o plano inclinado, de atrito não desprezável, deslocando-se até ao ponto Q em que inverte o sentido do seu movimento. No referencial escolhido a abcissa do ponto P é 0,84 m.

Com o sensor colocado no ponto R obtiveram-se os dados relativos ao movimento. A figura, à direita, representa o gráfico velocidade-tempo, $v_x(t)$, do corpo no seu movimento no plano.

1. Indique, justificando, qual foi o sentido arbitrado como positivo.

2. Apresente um esboço do gráfico da componente escalar da posição do corpo, x, em função do tempo, t, desde o instante em que o corpo foi lançado ($t=0\,\text{s}$) até ao instante em que, sobre o plano, o corpo inverteu o sentido do movimento (ponto Q).

Na sua resposta deve reproduzir o gráfico, no intervalo de tempo considerado, indicando:

– as grandezas representadas e as respetivas unidades;

– as coordenadas dos pontos que correspondem ao instante em que o corpo foi lançado e ao instante em que, sobre o plano, o corpo inverteu o sentido do movimento.

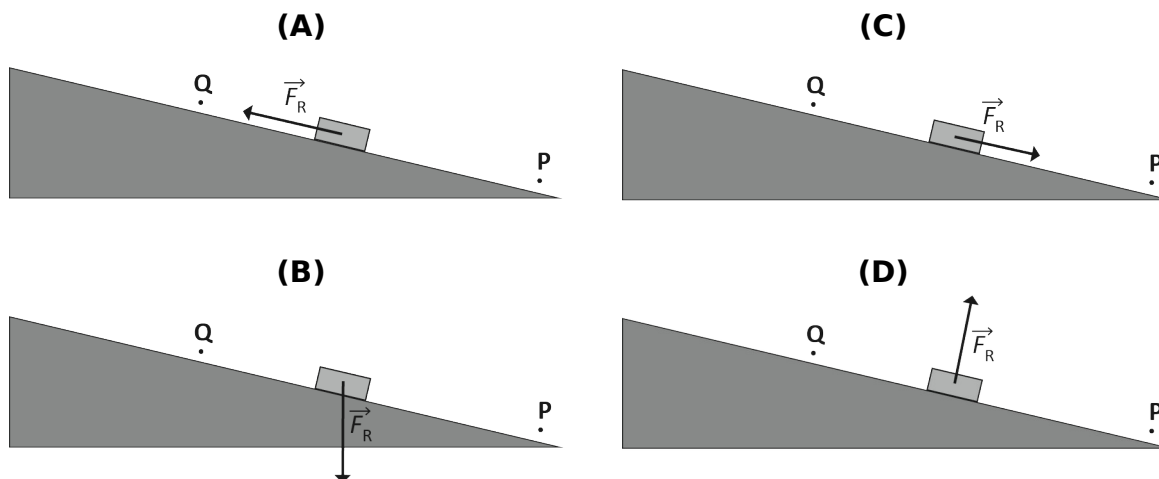
3. A aceleração do corpo na subida…

(A) tem direção da reta PQ e sentido de Q para P.

(B) tem sentido oposto à sua aceleração na descida, e é maior.

(C) é simétrica da sua aceleração na descida.

(D) é igual à sua aceleração na descida.

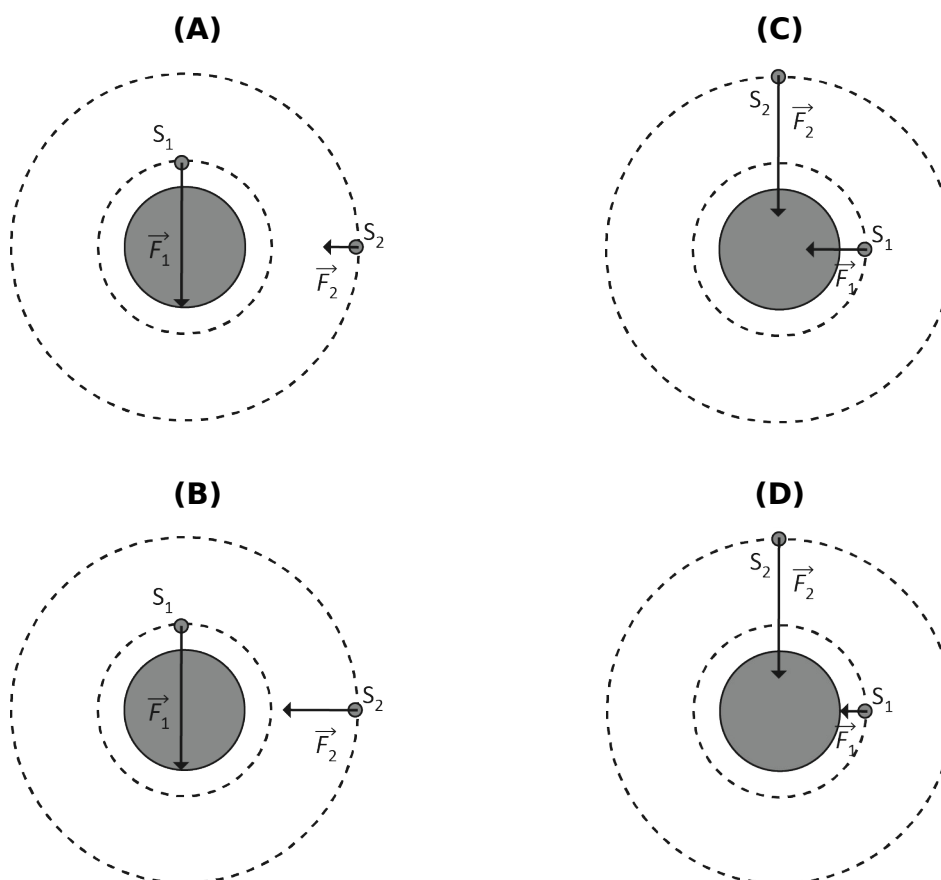
4. Selecione a opção em que se representa corretamente a resultante das forças, $\vec{F}_R$, que atuam no corpo durante a subida de P para Q.

Grupo III

Em 1945, Arthur C. Clarke, numa revista de eletrónica amadora, avançou com uma das maiores ideias das ciências espaciais: o satélite geoestacionário.
Um satélite geoestacionário devia situar-se numa órbita circular especial, a chamada órbita de Clarke. Essa órbita, sobre o equador da Terra e a cerca de $3,6 \times 10^4$ km de altitude, está hoje povoada de satélites, não só de comunicações, como de meteorologia. Porquê $3,6 \times 10^4$ km? É só fazer as contas, usando a Segunda Lei de Newton e a Lei da Gravitação Universal. […] um satélite a essa altitude demora um dia a dar a volta à Terra.

Carlos Fiolhais, «Arthur C. Clarke: da órbita ao elevador espacial», *Gazeta de Física*, vol. 30, n.º 3/4, 2007 (adaptado)

1. Verifique, partindo da Segunda Lei de Newton e da Lei da Gravitação Universal, que um satélite a $3,6 \times 10^4$ km de altitude demora um dia a dar a volta à Terra.
O raio da Terra é $6,4 \times 10^6$ m e a massa $5,97 \times 10^{24}$ kg.
Apresente todas as etapas de resolução.

2. Conclua, justificando, qual o efeito que a força gravítica exercida sobre um satélite geoestacionário tem sobre a velocidade do satélite.

3. Selecione o esquema onde estão representadas corretamente a resultante das forças exercidas sobre o satélite S_1, $\vec{F}_1$, e sobre o satélite S_2, $\vec{F}_2$, de massas iguais, com órbitas circulares em torno da Terra de raios r_1 e $r_2 = 2\,r_1$, respetivamente. As forças $\vec{F}_1$ e $\vec{F}_2$ foram representadas à escala.

Ficha 4 – Sinais e ondas

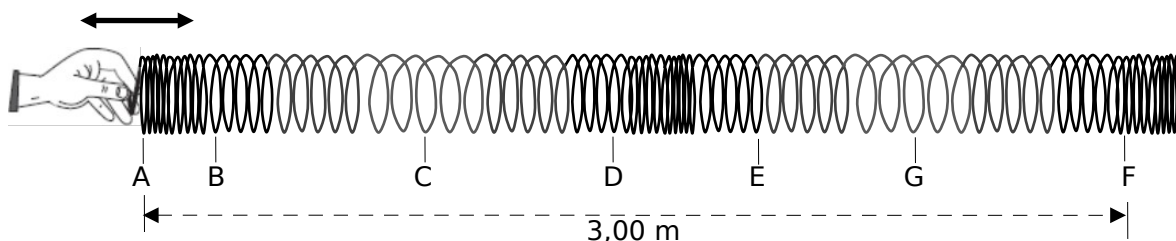
Grupo I

1. Durante 0,010 s subiu-se e desceu-se a extremidade de uma corda comprida e esticada. Isso originou uma onda pulsada na corda. O pulso propagou-se com velocidade de 10 m/s.

1.1 Qual é o comprimento de corda que, em cada instante, se encontra sujeito à perturbação?

1.2 Em que instante, após se ter iniciado a perturbação na extremidade da corda, um ponto a 2,0 m recebeu o sinal? E em que instante deixou esse ponto de ter a perturbação? Apresente todas as etapas de resolução.

Grupo II

1. A extremidade de uma mola é posta a oscilar continuamente. Para um dado instante, na mola verifica-se o que mostra a figura seguinte.

Considere que a mão origina, numa espira, um afastamento, x, em relação à sua posição de equilíbrio, descrito pela função $x = 0{,}040 \sin (12\,\pi\, t)$, com as grandezas expressas nas unidades SI.

1.1 Justifique a afirmação «aquela onda na mola não poderá servir como modelo para uma onda eletromagnética».

1.2 Na figura, que distância representa um comprimento de onda?

1.3 Apresentando todas as etapas de resolução, determine a velocidade de propagação da onda.

1.4 Indique uma letra que assinale uma zona com espiras que irão sofrer uma descompressão.

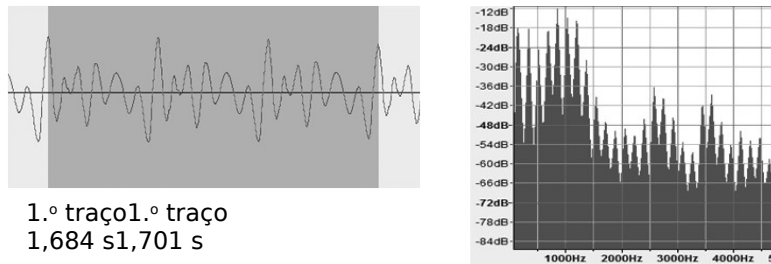
1.5 Num dado instante a frequência de oscilação passou para o dobro. Selecione a alternativa que preenche corretamente os espaços da frase: A velocidade da onda ____, o comprimento de onda ____.

(A) aumenta para o dobro… mantém-se. **(C)** mantém-se… aumenta para o dobro.

(B) diminui para metade… mantém-se. **(D)** mantém-se… diminui para metade.

Grupo III

1. Gravou-se um sinal sonoro num programa de edição de som. Copiou-se uma parte da imagem obtida no ecrã, indicaram-se dois traços da linha de tempo e os valores desses instantes. Também se copiou uma parte do espetro que resultou da análise que o programa fez ao sinal.
A figura seguinte mostra o resultado.

1.º traço1.º traço
1,684 s1,701 s

1.1 Conclua, justificando, de que tipo era o som que deu origem à gravação.

1.2 Para o som gravado, qual é o período do som fundamental?

1.3 A tabela seguinte apresenta as extensões vocais de um contratenor (tipo de cantor masculino).

Tipo de nota	Fá2	Sol4	Fá4	Fá#2	Fá4	Sol2	Mi4
Frequência /Hz	174,6	784	698,5	740	698,5	196	659,3

Indique, justificando, qual é a nota fundamental que foi produzida naquele som.

1.4 O espetro sonoro audível encontra-se na faixa de 20 Hz a 20 kHz.
Não se consegue ouvir um som de 40 kHz, por exemplo emitido por um morcego, porque, relativamente a essa onda sonora, os sons audíveis têm…

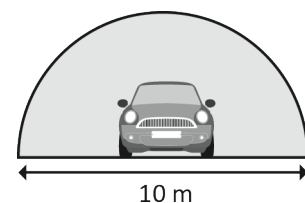
(A) um comprimento de onda maior.

(B) um comprimento de onda menor.

(C) uma velocidade de propagação maior.

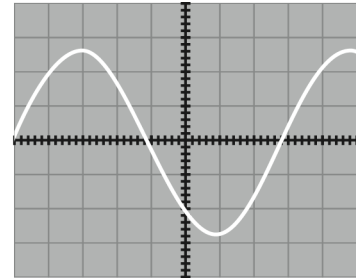
(D) uma velocidade de propagação menor.

2. Apitar num túnel pode ser perigoso! Há algumas frequências que originam em sistemas físicos ondas chamadas estacionárias que, ao amplificar-se, podem danificar estruturas. Se uma estrutura tiver numa dimensão igual a metade do comprimento de onda essa situação pode ocorrer.

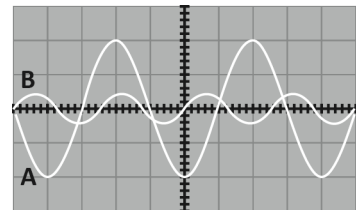
A figura ao lado mostra um carro num túnel com um arco semicircular de diâmetro 10 m.
O arco é de um betão onde a velocidade do som é $2,5 \times 10^3$ m/s.

Determine a frequência de uma buzina do automóvel que, continuamente apitada, poderia provocar danos no arco do túnel.
Apresente todas as etapas de resolução.

Grupo IV

As oscilações mecânicas podem se analisadas num osciloscópio, se antes forem convertidas em sinais elétricos.

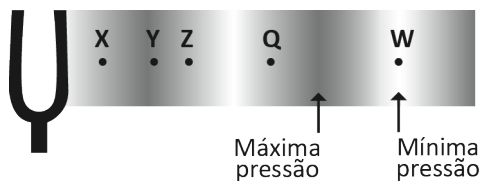
1. Na figura representa-se o sinal obtido no ecrã de um osciloscópio quando os comutadores da escala de tensões (vertical) e da base de tempo (horizontal) estavam, respetivamente, nas posições 0,5 V/div e 0,5 ms/divisão
Qual é a frequência do sinal observado? Selecione a alternativa correta.

(A) $\frac{1}{7,4\times10^{-3}}$ Hz **(B)** $\frac{1}{2,0\times10^{-3}}$ Hz **(C)** $\frac{1}{3,9\times10^{-3}}$ Hz **(D)** $\frac{1}{7,8\times10^{-3}}$ Hz

2. O sinal observado $U(t)$, em que U é a tensão e t o tempo, pode ser representado por uma expressão algébrica. Escreva a expressão que traduz o sinal observado.

3. Os diapasões emitem sons puros. Percutiram-se dois diapasões, e em cada caixa de ressonância colocaram-se dois microfones iguais, os quais se ligaram a um osciloscópio, com os comutadores das escalas em igual posição.
Na figura estão representados os dois sinais elétricos obtidos, **A** e **B**.

3.1 Selecione a única opção que contém os termos que preenchem, sequencialmente, os espaços seguintes, de modo a obter uma afirmação correta.

O sinal **A** tem ___________ intensidade e ___________ frequência do que o sinal **B**.

(A) maior … maior
(B) maior … menor
(C) menor … menor
(D) menor … maior

3.1 A vibração de um diapasão origina no ar aumentos e diminuições da pressão que se propagam no espaço.
Na figura representa-se, num certo instante, a variação de pressão originada pela vibração do diapasão. São, ainda, assinalados cinco ponto com as letras X, Y, Z, Q e W.

As letras ______ correspondem a pontos no mesmo estado de vibração e as letras ______ a estados de vibração opostos.

(A) X e Z ... Y e W

(B) Y e W ... Z e Q

(C) Y e W ... X e Q

(D) X e Q ... Y e W